

# Tensiomyography の決定因子に関する方法論の探求

身体運動科学研究領域

5015A032-3 原 有心

研究指導教員：川上 泰雄 教授

## 【目的】

骨格筋の機能的特性を評価する方法として、バイオプシーや神経刺激によって生じる単収縮、最大随意収縮などが用いられてきた。近年、より簡便に評価する方法として Tensiomyography(TMG) という手法が用いられるようになってきた。TMG 法は、電気刺激装置を用いた簡便で非侵襲的な単収縮評価法として開発された。TMG 法は、神経刺激ではなく、表在筋に電気刺激を与え筋腹中央に設置したセンサーにより筋腹の時間変化を測定する方法で、筋の組織的特性と収縮特性の関係が示されている(Dahmane et al. 2001)。また、TMG 法で計測した「応答時間」と対象筋のタイプ I 線維の割合に有意な相関関係も示されている(Dahmane et al. 2005)。TMG 法は、筋疲労に関する報告や、アスリート個別の経時的な評価指標としても使用されており、TMG で得られたデータに関する報告は多いものの、TMG 自体の機序に関する報告が少なく、TMG で得られるデータの指標が何に起因しているのかを言及した研究は少ない。そこで本研究では、TMG 法の測定方法の検証、TMG のデータの決定因子と単収縮発現に寄与する要因の関連性から、TMG の活用方法とその決定因子の持つ意味合いに言及することを目的とした。

## 【方法】

被験者は埼玉県の競技アスリート選手 60 名 (男性 26 名, 女性 34 名), とした。被験者の年齢, 身長, 体重は, 男性  $20.2 \pm 4.9$  歳,  $172.3 \pm 7.2$ cm,  $68.9 \pm 10.5$ kg, 女性  $20.2 \pm 5.0$  歳,  $162.1 \pm 7.3$ cm,  $57.4 \pm 8.6$ kg であった。

筋収縮特性は、TMG-100 (TMG 社製) を

用いて計測した。測定部位は、腓腹筋内側頭 (MG), 腓腹筋外側頭 (LG), ヒラメ筋 (SOL) とし、全て右脚を計測対象とした。TMG の測定姿勢は、伏臥位にて膝関節角度 0 度の完全伸展位で行い、足関節底屈角度 30 度の条件で測定を行った。電気刺激強度を徐々に上げ、筋の変位量がプラトーに達した最大変位量 (Dm) とその際の応答時間 (Tc) の 2 項目を対象とした。各データは、プラトーに達した刺激強度にて 3 度計測し、平均値を算出した。

等尺性最大随意足関節底屈トルクは、完全伸展位を 0 度とした股関節角度 70 度屈曲位、膝関節角度完全伸展位、足関節角度 0 度 (解剖学的正位) の姿勢で行った。足関節を足関節筋力計 (VINE 社製, VTF-002) に非伸縮性ストラップを用いて固定し、足関節底屈トルク発揮を行った。筋力計からの信号をアンプ (KYOWA 社製, DPM-611b) にて増幅し、A/D 変換機 (ADInstruments 社製, PowerLab) を用いて 2kHz でデジタル変換してパーソナルコンピュータに記録した。また、また、等尺性最大随意足関節底屈トルク (MVC) を発揮をできる限り素早く発揮し、MVC の状態を 1 秒間キープする動作を連続で 10 試行実施した。得られた 10 回分の足関節底屈トルクから、ピークトルクが最も高かった試行において、筋力発揮開始時点から 50[ms], 100[ms]までの傾きをそれぞれ算出し、筋力発生率 (Rate of Torque Development: RTD) と定義した。筋力発揮開始時点は足関節底屈トルクがベースラインから MVC の 2.5%を超えた時点と定義した (Aagaard et al. 2002)。

腓腹筋内側頭 (MG), 腓腹筋外側頭 (LG), ヒラメ筋 (SOL) の筋横断面積

(Cross-Sectional Area) は、MRI 装置 (GE Healthcare 社製, Signa HDxt 1.5T) を用いて、下腿長近位 30% 部位における横断画像を取得し、画像解析ソフトウェア ImageJ を用いて計測した。

統計処理は、男性と女性の間で平均値に有意差があるかどうかを検討するため、Tc (MG, LG, SOL), Dm (MG, LG, SOL) CSA (MG, LG, SOL), 足関節底屈筋, CMJ (free) の項目において、対応のない T 検定を行った。有意水準は 5% とした。

### 【結果】

CSA-Tc においては、MG と SOL で負の相関関係が見られた (MG:  $r = -0.34$ ,  $p < 0.01$ , SOL:  $r = -0.34$ ,  $p < 0.01$ )。また、CSA-Dm においては、SOL でのみ負の相関関係が見られた ( $r = -0.26$ ,  $p = 0.05$ )。一方で、男性女性に分けて検討してみると、男性においては、CSA-Tc, CSA-Dm どちらも、全ての部位において相関は見られず、女性においては、CSA-Tc の MG でのみ負の相関関係が見られた ( $r = -0.42$ ,  $p = 0.05$ )

RTD(50ms) と Tc において、MG, LG, SOL 全てにおいて負の相関関係が見られ (MG:  $r = -0.37$ ,  $p < 0.01$ , LG:  $r = -0.28$ ,  $p < 0.05$ , SOL:  $r = -0.41$ ,  $p < 0.01$ )、男性女性に分けて検討してみると、女性においてのみ MG と SOL に負の相関関係が見られた (MG:  $r = -0.41$ ,  $p < 0.05$ , SOL:  $r = -0.48$ ,  $p < 0.01$ )。

RTD(100ms) と Tc においても、MG, LG, SOL 全てにおいて負の相関関係が見られ (MG:  $r = -0.38$ ,  $p < 0.01$ , LG:  $r = -0.32$ ,  $p < 0.05$ , SOL:  $r = -0.37$ ,  $p < 0.01$ )、男性女性に分けて検討してみると、女性においてのみ MG と SOL に負の相関関係が見られた (MG:  $r = -0.40$ ,  $p < 0.05$ , SOL:  $r = -0.45$ ,  $p < 0.05$ )。

### 【考察】

筋横断面積 (CSA) と筋力が相関関係にあ

ることは先行研究より示されているが (Ikai and Fukunaga 1968), 相関関係が見られたのは、女性の Tc の MG においてのみで、CSA と Tc, Dm との関係からは、TMG を力発揮能力の指標とすることは難しいことが示唆された。

RTD100[ms] は筋線維組成と関係があることが報告されており (Andersen and Aagaard 2006), RTD100[ms] と Tc との間で負の相関関係が見られたことは、Tc が筋線維組成と相関関係があるという先行研究とも一致する結果となった。

また、RTD50[ms] は運動ニューロンの発火頻度と関係があることも報告されており (Andersen and Aagaard 2006), RTD50[ms] も Tc と負の相関関係があるという結果は、Tc が組織化学的特性だけでなく、運動ニューロンの発火頻度にも反映する可能性があることが示唆された。

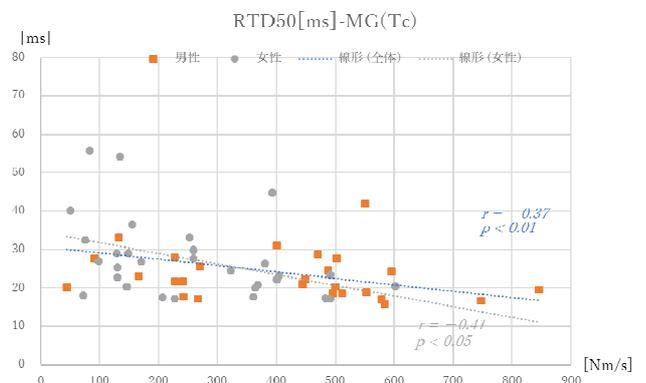


図 1

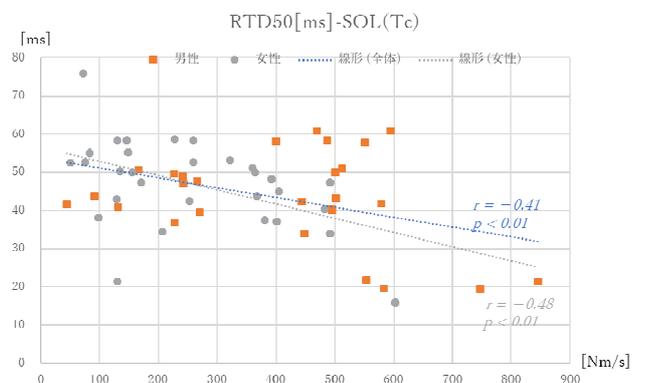


図 2